

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC LẠC HỒNG**



TRẦN THANH PHƯƠNG

**MỘT SỐ KỸ THUẬT NHẬN DẠNG BIỂU HIỆN KHUÔN MẶT
PHỤC VỤ ĐÁNH GIÁ SỰ TẬP TRUNG CỦA NGƯỜI HỌC**

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ

Chuyên ngành: Khoa học máy tính

Mã số ngành: 9480101

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

PGS.TS ĐỖ NĂNG TOÀN

TS. LÂM THÀNH HIỂN

Đồng Nai, Năm 2023

Công trình được hoàn thành tại: Trường Đại học Lạc Hồng

Người hướng dẫn khoa học:

1. Người hướng dẫn 1: PGS.TS Đỗ Năng Toàn
2. Người hướng dẫn 2: TS. Lâm Thành Hiến

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án sẽ được bảo vệ trước hội đồng đánh giá luận án cấp Trường
hợp tại :

.....

.....

vào hồi: giờ ngày tháng năm

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện:

- Thư viện đại học Lạc Hồng
- Thư viện quốc gia

DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

- [CT1]. **Tran Thanh Phuong**, Lam Thanh Hien, Ngo Duc Vinh, Ha Manh Toan, Do Nang Toan (2023), “An algorithm for decomposing variations of a 3D model”, *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*.
- [CT2]. **Trần Thanh Phương**, Ngô Đức Vĩnh, Hà Mạnh Toàn, Nông Minh Ngọc, Đỗ Năng Toàn (2023), “Một kỹ thuật mô phỏng cử động của mô hình đầu người 3D theo lời thoại tiếng việt”, *TNU Journal of Science and Technology*, Vol 228, No.15, tr20-28.
- [CT3]. **Tran Thanh Phuong**, Lam Thanh Hien, Do Nang Toan, Ngo Duc Vinh (2022), “An Eye Blink detection technique in video surveillance based on Eye Aspect Ratio”, *Proceedings of International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, 13-16 Feb. 2022, Pyeong Chang, Korea, pp534-538
- [CT4]. **Trần Thanh Phương**, Trần Văn Lăng, Đỗ Năng Toàn (2021), “A technique of assessing student engagement based on eye close/open behavior”, *TNU Journal of Science and Technology*, Vol 226, No.07, tr262-269.
- [CT5]. **Trần Thanh Phương**, Lâm Thành Hiển, Đỗ Năng Toàn, Ngô Đức Vĩnh (2021), “Một kỹ thuật phát hiện trạng thái đóng/mở của mắt dựa vào đặc trưng tỷ lệ”, *Kỷ yếu Hội thảo Quốc gia "Một số vấn đề chọn lọc của CNTT và Truyền thông"*, Thái Nguyên 13-14/12/2021, tr265-269.

TÓM TẮT LUẬN ÁN

Phân tích học tập tự động đang trở thành một chủ đề quan trọng trong cộng đồng giáo dục, trong đó cần các hệ thống hiệu quả để theo dõi quá trình học tập và cung cấp phản hồi cho giáo viên. Những tiến bộ gần đây trong cảm biến thị giác và phương pháp thị giác máy tính cho phép theo dõi tự động hành vi và trạng thái tình cảm của người học ở các cấp độ khác nhau. Các trạng thái cảm xúc của người học như thích thú, mệt mỏi và bối rối được xác định tự động từ biểu hiện trên khuôn mặt và trạng thái chú ý được tính toán từ các dấu hiệu thị giác khác nhau như nhìn khuôn mặt và tư thế hình thể. Hiểu được hành vi của người học giúp nhà trường cải thiện chương trình đào tạo, môi trường học tập, trang thiết bị v.v. Bên cạnh đó, cũng giúp giáo viên cải thiện bài giảng, giáo trình và phương pháp giảng dạy. Từ đó nâng cao hiệu suất cho người học, nhằm ngăn chặn sự sao lãng, chán nản cũng như tình trạng bỏ học.

Ý tưởng công việc của Luận án: là sử dụng một camera để thu thập dữ liệu hành vi của người học. Sau đó, sử dụng một số kỹ thuật trong xử lý ảnh để trích xuất và xử lý các khung hình trong video. Từ các khung hình này, bước tiếp theo Luận án lựa chọn và xác định các đặc điểm có ý nghĩa để đánh giá mức độ tham gia một cách hiệu quả như trạng thái đóng/mở của mắt, biểu hiện trên khuôn mặt, tư thế hình thể v.v. thông qua các kỹ thuật dựa trên nền tảng thị giác máy tính.

Như đã trình bày ở trên, các đặc điểm có thể đánh giá mức độ tham gia của người học bao gồm: trạng thái đóng/mở mắt, biểu hiện trên khuôn mặt, tư thế hình thể. Tuy nhiên, Luận án lựa chọn kỹ thuật đánh giá dựa trên trạng thái đóng/mở của mắt và các biểu hiện trên khuôn mặt để thực hiện. Lý do, hai kỹ thuật này mặc dù đã có nhiều công trình nghiên cứu tuy nhiên vẫn còn những hạn chế nhất định khi triển khai vào môi trường thực tế. Do đó, Luận án góp phần giải quyết một phần trong những hạn chế này.

Kết quả Luận án đạt được là: (1) Công trình đánh giá mức độ tham gia của người học dựa trên trạng thái đóng/mở của mắt; (2) Một kỹ thuật cải tiến phát hiện trạng thái của mắt. Kỹ thuật này phù hợp cho mọi đối tượng với ngưỡng được xác định tự động mà không phải phụ thuộc vào một ngưỡng cố định như các công trình trước đó đã công bố. (3) Kỹ thuật phân rã biểu cảm thành phần cơ bản. Vì trên thực tế các biểu cảm của người học được biểu diễn hỗn hợp từ những cảm xúc cơ bản, mà dữ liệu huấn luyện bị hạn chế về cảm xúc hỗn hợp, do đó cần phân rã để nâng cao độ chính xác cho mô hình nhận dạng cũng như hiểu rõ chi tiết các cảm xúc của người học.

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1 MỞ ĐẦU	1
1.1 Phát biểu vấn đề	1
1.2 Tính cấp thiết của luận án	2
1.3 Mục tiêu nghiên cứu.....	2
1.4 Đối tượng, Phạm vi, Phương pháp	2
1.5 Đóng góp của luận án.....	3
1.6 Bố cục của luận án	3
CHƯƠNG 2 TỔNG QUAN VỀ ĐÁNH GIÁ SỰ TẬP TRUNG CỦA NGƯỜI HỌC VÀ BÀI TOÁN NHẬN DẠNG BIỂU CẢM KHUÔN MẶT	4
2.1 Tổng quan về đánh giá sự tập trung của người học.....	4
2.1.1 Ý nghĩa sự tập trung	4
2.1.2 Các yếu tố đánh giá sự tập trung	4
2.1.3 Phương pháp đánh giá sự tập trung	5
2.2 Bài toán nhận dạng biểu cảm khuôn mặt	5
2.2.1 Biểu cảm khuôn mặt	5
2.2.2 Nhận dạng biểu cảm khuôn mặt	6
2.2.3 Một số cách tiếp cận trong đánh giá sự tập trung của người học dựa vào biểu cảm khuôn mặt	6
CHƯƠNG 3 NHẬN DẠNG BIỂU CẢM THÀNH PHẦN KHUÔN MẶT	7
3.1 Đánh giá sự tập trung dựa trên biểu hiện trên khuôn mặt	7
3.1.1 Kiến trúc mô hình.....	7
3.1.2 Đánh giá thực nghiệm.....	7
3.1.3 Phân loại tập trung.....	8
3.2 Kỹ thuật phân rã biểu cảm thành phần cơ bản	9
3.2.1 Phương pháp thực hiện	9
3.2.2 Thuật toán phân rã.....	10
3.2.3 Kết quả thực nghiệm.....	10
CHƯƠNG 4 NHẬN DẠNG BIỂU CẢM HÀNH VI KHUÔN MẶT.....	11
4.1 Đánh giá sự tập trung dựa trên trạng thái mắt	11
4.1.1 Cơ sở lý thuyết của kỹ thuật đánh giá	12
4.1.2 Đánh giá sự tập trung dựa vào mức độ buồn ngủ.....	14
4.1.3 Thuật toán đánh giá sự tập trung	15
4.1.4 Thử nghiệm.....	17
4.2 Kỹ thuật phát hiện trạng thái đóng/mở mắt.....	18
4.2.1 Cơ sở lý thuyết của phương pháp căn cải tiến.....	18
4.2.2 Cải tiến kỹ thuật phát hiện trạng thái đóng/mở mắt dựa vào biến thiên tỷ lệ khung hình	19
CHƯƠNG 5 KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN.....	23

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

Viết tắt	Viết đầy đủ
AAM	Active Appearance Model
AEMS	Automatic Engagement Management System
AF	Activate Function
AU	Action Unit
CLAHE	Contrast-limited adaptive histogram equalization
CNN	Convolution Neural Network
DA	Data Augmentation
DBSCAN	Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise
DT	Decision Tree
EAR	Eye Aspect Ratio
ECG	Electro Encephalo Graphy
EEG	Electro Encephalo Graphy
FACS	Facial Action Coding System
FER	Facial Expression Recognition
FERC-2013	Facial Expression Recognition Challenge
FFT	Fast Fourier Transform
HCI	Human Computer Interface
HE	Histogram Equalization
HMM	Hidden Markov Model
ITS	Intelligent Tutoring Systems
JAFFE	Japanese Female Facial Expression
KNN	K-Nearest Neighbors
LBP	Local Binary Pattern
LMS	Learning Management Systems
ReLU	Rectified Linear Unit
RF	Random Forest
SoTA	State-of-The-Art
SVM	Support Vector Machine

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 2.1 Phân loại các phương pháp phát hiện sự tham gia [6]	5
Hình 2.2 Một số ví dụ về AU [13].....	6
Hình 2.3 Kiến trúc hệ thống đánh mức độ tham gia của người học dựa trên tín hiệu EEG [14].....	6
Hình 2.4 Kiến trúc hệ thống đánh giá mức độ tham gia dựa trên thị giác máy tính [17]	7
Hình 3.1 Kiến trúc mô hình nhận dạng biểu hiện trên khuôn mặt.....	7
Hình 3.2 Lưu đồ giải thuật phân rã.....	10
Hình 3.3 Tổng hợp một số khuôn mặt ngẫu nhiên	11
Hình 3.4 Tiến trình xử lý	11
Hình 4.1 Sơ đồ luồng đánh giá sự tập trung	11
Hình 4.2 Thời gian mắt mở đến khi mắt đóng hoàn toàn	12
Hình 4.3 Tọa độ và tỷ lệ khung hình của mắt.....	13
Hình 4.4 Mô hình ước lượng mức độ buồn ngủ	14
Hình 4.5 Mô phỏng trạng thái của quá trình học tập	14
Hình 4.6 Lưu đồ đánh giá sự tập trung của người học	15
Hình 4.7 Lưu đồ tính toán thời gian tham gia học tập của người học	16
Hình 4.8 Kết quả ước lượng mức độ buồn ngủ của một sinh viên	17
Hình 4.9 Kết quả đánh giá sự tập trung của một sinh viên.....	17
Hình 4.10 Minh họa kết quả đánh giá sự tập trung của một sinh viên	18
Hình 4.11 Tọa độ và tỷ lệ khung hình của mắt.....	18
Hình 4.12 68 điểm đặc trưng trên khuôn mặt	19
Hình 4.13 Lưu đồ giải thuật.....	21

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 3.1 Kết quả chạy thử nghiệm trên tập dữ liệu của FERC-2013.....	8
Bảng 3.2 Cảm xúc và trọng số tương ứng [21] [22]	8
Bảng 4.1 Sự tương quan giữa mức độ buồn ngủ và hành vi [23]	12
Bảng 4.2 Luật xác định mức độ buồn ngủ	13
Bảng 4.3 Mức độ tập trung	14
Bảng 4.4 Kết quả thực nghiệm	21
Bảng 4.5 Kết quả so sánh với các giải pháp	22

CHƯƠNG 1

MỞ ĐẦU

1.1 Phát biểu vấn đề

Toàn cầu hóa và thay đổi công nghệ trở thành xu hướng phát triển không ngừng trong nhiều năm qua đã tạo ra một nền kinh tế toàn cầu mới “lấy sức mạnh từ công nghệ, năng lượng từ thông tin và chèo lái bằng kiến thức”. Sự hội nhập của nền kinh tế toàn cầu mới này đã ngầm khẳng định một cách nghiêm túc cho tính chất và vai trò của giáo dục. Vì thế, việc học đã trở nên vô cùng quan trọng, đây là chiếc cầu nối tri thức với mỗi người. Nền tảng tri thức đã đổi mới và biến đổi xã hội của chúng ta, đã thay đổi hoàn toàn cách mỗi người suy nghĩ, làm việc và sống. Ngoài ra, tri thức cũng tạo ra môi trường sống tốt đẹp và gắn kết mỗi người gần gũi với nhau hơn. Do đó, có thể khẳng định rằng việc học có tầm quan trọng rất lớn đối với mỗi người, nó là tiền đề quyết định đến sự tồn tại, hòa nhập và phát triển của mỗi người trong xã hội.

Việc học tập của mỗi người cần có thời gian và nỗ lực bền bỉ để hoàn thành. Cùng với quan điểm đó, các nhà khoa học đã đưa ra tầm quan trọng của việc nỗ lực liên tục để hoàn thành nhiệm vụ học tập [1]. Có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến kết quả học tập của người học như: môi trường giáo dục, chương trình học, giờ học, cơ sở hạ tầng, các vấn đề về tài chính [2] [3] và một vấn đề cực kỳ quan trọng khác đó chính là hành vi của người học [4] [5]. Do đó, trong bất kỳ hệ thống giáo dục nào, sự tham gia và tập trung của người học là chìa khoá để thành công trong học tập.

Để đánh giá mức độ tham gia của người học, theo phương pháp truyền thống, giáo viên thực hiện các cuộc khảo sát để thu thập thông tin một cách thủ công bằng cách phỏng vấn trực tiếp người học hoặc để người học tự báo cáo riêng mức độ của họ về sự thích thú hay nhàm chán thông qua biểu mẫu khảo sát được thiết lập sẵn [6]. Các phương thức này được can thiệp bởi người và chỉ phù hợp với quy mô lớp nhỏ vì tiêu tốn rất nhiều thời gian và công sức.

Ngày nay, công nghệ đã trở thành một công cụ thiết yếu để hỗ trợ người học và giáo viên với những trải nghiệm giáo dục hiệu quả hơn. Bên cạnh đó, hệ thống quản lý học tập (Learning Management Systems - LMS) cũng ra đời và đóng một vai trò quan trọng trong các mô hình giảng dạy giáo dục đại học [7]. Điều này đã mở ra hướng nghiên cứu mới liên quan đến việc phân tích hành vi của người học trong hệ thống LMS, nhằm tìm kiếm các mẫu học tập để cải thiện phương pháp giảng dạy của giáo viên cũng như quá trình học cho người học.

Mặt khác, tác động mạnh mẽ của đại dịch COVID-19 đã gây ảnh hưởng đến các hoạt động trong cuộc sống của mỗi người trong đó có giáo dục. Điều này buộc các hệ thống giáo dục phải chuyển từ hình thức học truyền thống sang

hình thức học trực tuyến [8] [9] [10]. Cho đến thời điểm hiện tại, tuy đại dịch đã được kiểm soát và không còn bùng phát mạnh, nhưng nhiều trường đại học vẫn đang kết hợp cả truyền thống và trực tuyến (Blending Learning). Điều này đã tạo ra sự phong phú không ngừng về dữ liệu dạy-học trong môi trường trực tuyến. Một vấn đề quan trọng trong học tập trực tuyến là sự tương tác của người học với các hoạt động giáo dục của họ, vì lo ngại về tỷ lệ bỏ học cao trong các khóa học trực tuyến [6]. Tuy nhiên, hầu hết các hệ thống học tập hiện tại không có các chỉ báo / bộ phát hiện mức độ tương tác [10]. Do đó, để hiểu rõ bản chất của dữ liệu, cụ thể là phương pháp giảng dạy và hành vi học tập thì việc phân tích và đánh giá sự tham gia của người học đã trở thành một trong những chỉ số quan trọng để đo lường chất lượng giảng dạy của giáo viên và hiệu suất của người học.

Ngoài ra, theo quan điểm của tác giả, một hệ thống đánh giá mức độ tham gia của người học có thể giúp nhà quản lý giáo dục hiểu rõ được hành vi của người học. Từ đó giúp họ cải thiện môi trường học tập, cơ sở vật chất, chương trình đào tạo và tạo điều kiện tốt cho người học để ngăn ngừa tình trạng như là bỏ học. Mặt khác, thông qua hành vi của người học, giúp giáo viên cải tiến phương pháp giảng dạy nhằm nâng cao hiệu suất cho người học. Do đó, để góp phần nâng cao chất lượng dạy-học, tác giả chọn nghiên cứu đề tài ***“Một số kỹ thuật nhận dạng biểu hiện khuôn mặt phục vụ đánh giá sự tập trung của người học”*** để thực hiện luận án này.

1.2 Tính cấp thiết của luận án

Phân tích học tập tự động là vấn đề rất cần thiết trong lĩnh vực giáo dục và đào tạo. Đặc biệt là trong bối cảnh có nhiều khóa học hoặc hệ thống học tập trực tuyến ngày càng gia tăng. Điều này đặt ra thách thức cho giáo viên khi giám sát hành vi học tập của người học trong các lớp có số lượng lớn hoặc trong cùng một giao diện màn hình với lớp học trực tuyến. Do đó, kết quả nghiên cứu của luận án là cơ sở rất quan trọng giúp cho nhà trường và giáo viên nắm bắt kịp thời tình hình học tập của người học. Từ đó, có những điều chỉnh hợp lý về quy chế học vụ, cải tiến chương trình đào tạo, giáo trình, bài giảng và phương pháp sư phạm nhằm nâng cao chất lượng giáo dục và kết quả học tập cho người học, đồng thời đáp ứng nhanh chóng với những thách thức mới trong ngành giáo dục.

1.3 Mục tiêu nghiên cứu

Mục tiêu của Luận án là nghiên cứu bài toán đánh giá sự tập trung của người học. Từ đó, đưa ra một số vấn đề đánh giá có thể giải quyết thông qua hình ảnh dựa vào các kỹ thuật nhận dạng biểu cảm khuôn mặt, thừa kế các kết quả hiện có và cải tiến chúng nhằm nâng cao chất lượng cho bài toán đánh giá.

1.4 Đối tượng, Phạm vi, Phương pháp

a) Đối tượng nghiên cứu

Các kỹ thuật xử lý hình ảnh và xử lý video liên quan đến phát hiện và trích chọn các điểm đặc trưng trên khuôn mặt người.

Các kỹ thuật đánh giá sự tham gia dựa trên phân tích ảnh trạng thái mắt, biểu hiện trên khuôn mặt.

b) Phạm vi nghiên cứu

Luận án tập trung vào nền tảng thị giác máy tính để phát triển kỹ thuật đánh giá sự tập trung dựa trên hành vi đóng/mở mắt và biểu hiện trên khuôn mặt của người học.

c) Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu được áp dụng là nghiên cứu lý thuyết, những công trình đã công bố và kết hợp với thực nghiệm. Các vấn đề cần giải quyết liên quan đến các giải thuật và lý thuyết xử lý ảnh và đồ họa máy tính được thực hiện trên phần mềm máy tính với đầu vào là các thông tin thu nhận được từ thực tế. Quá trình được tiến hành dựa trên việc tìm hiểu tài liệu, cài đặt thử nghiệm sau đó đánh giá kết quả thực nghiệm và cải tiến nhằm nâng cao chất lượng.

1.5 Đóng góp của luận án

Đề xuất kỹ thuật phân rã biểu cảm thành phần cơ bản trên khuôn mặt. Do trong quá trình học, người học luôn luôn tiếp nhận những thông tin từ giáo viên, bạn bè, tác động từ môi trường v.v. Vì vậy, cảm xúc của người học ở mỗi thời điểm xảy ra khác nhau, có thể là hỗn hợp hoặc đơn lẻ nên cảm xúc cũng thể hiện những biến dạng tương ứng.

Đưa ra phương pháp đánh giá mức độ tập trung của người học dựa trên trạng thái đóng/mở của mắt với dữ liệu đầu vào là video và việc phân tích đánh giá được thực hiện trên từng sinh viên trong suốt quá trình học tập. Qua đó có thể giúp cho giáo viên có những điều chỉnh hợp lý hơn về giáo trình, bài giảng và chiến lược giảng dạy nhằm nâng cao hiệu suất cho người học.

Do tính chất đặc trưng về mắt của mỗi người là khác nhau, dẫn đến độ cao và độ rộng của mắt ở mỗi người cũng khác nhau. Nên khi sử dụng một ngưỡng cố định để xác định trạng thái đóng/mở của mắt là không phù hợp và thiếu chính xác. Vì vậy, Luận án cải tiến kỹ thuật phát hiện trạng thái đóng/mở của mắt với ngưỡng được xác định tự động phù hợp cho mọi đối tượng nhằm nâng cao độ chính xác khi phát hiện.

1.6 Bố cục của luận án

Bố cục của Luận án bao gồm những phần như sau:

Chương 1: Là chương mở đầu, trong chương này Luận án giới thiệu khái quát về ý nghĩa của nội dung nghiên cứu, giới thiệu bài toán và cách giải quyết vấn đề. Đồng thời nêu khái quát những đóng góp của luận án.

Chương 2: Là chương tổng quan, trong chương này Luận án trình bày các vấn đề liên quan đến đánh giá sự tập trung nhằm làm nền tảng cho việc xây dựng các kỹ thuật được đề xuất trong các chương sau.

Chương 3: Nhận dạng biểu cảm thành phần khuôn mặt. Trình bày kỹ thuật đánh giá sự tập trung của người học dựa trên biểu hiện trên khuôn mặt và đề xuất một kỹ thuật phân rã biểu cảm thành phần cơ bản trên khuôn mặt của người học.

Chương 4: Nhận dạng biểu cảm hành vi khuôn mặt. Trình bày kỹ thuật đánh giá sự tập trung của người học dựa trên trạng thái đóng/mở của mắt và cải tiến kỹ thuật phát hiện trạng thái đóng/mở của mắt với ngưỡng được xác định tự động, phù hợp cho mọi đối tượng.

Chương 5: Trình bày tổng kết lại những nội dung nghiên cứu đã đạt được của Luận án, đồng thời đề xuất các hướng nghiên cứu tiếp theo của Luận án.

CHƯƠNG 2

TỔNG QUAN VỀ ĐÁNH GIÁ SỰ TẬP TRUNG CỦA NGƯỜI HỌC VÀ BÀI TOÁN NHẬN DẠNG BIỂU CẢM KHUÔN MẶT

2.1 Tổng quan về đánh giá sự tập trung của người học

2.1.1 Ý nghĩa sự tập trung

Trong giáo dục, sự tập trung thường được sử dụng để mô tả người học sẵn sàng tham gia vào các hoạt động thường ngày của trường, chẳng hạn như tham gia nghiêm túc trong lớp học, nộp bài tập được yêu cầu và làm theo hướng dẫn của giáo viên trong lớp. Theo [4] [11], có ba yếu tố chính góp phần vào quá trình tập trung của người học bao gồm: hành vi, nhận thức và cảm xúc. Hiểu rõ hành vi của người học trong quá trình tham gia vào lớp học, nó sẽ cung cấp thông tin hữu ích cho môi trường giáo dục như sau:

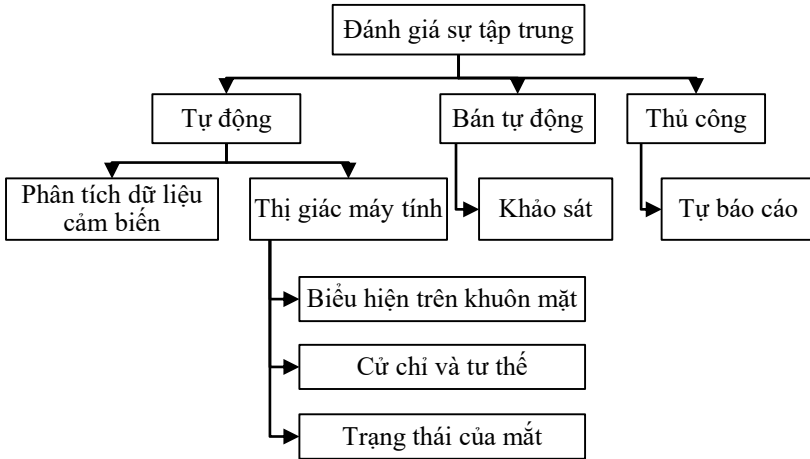
- (i) **Đối với nhà quản lý giáo dục:** Cải thiện môi trường học tập, cơ sở vật chất, chương trình đào tạo và tạo điều kiện tốt cho người học để ngăn ngừa tình trạng như là bỏ học.
- (ii) **Đối với giáo viên:** cải tiến phương pháp giảng dạy, giáo trình, bài giảng để nâng cao hiệu suất cho người học

2.1.2 Các yếu tố đánh giá sự tập trung

Các nhà nghiên cứu đưa ra những giải pháp để theo dõi và đánh giá sự tập trung của người học khi tham gia học tập. Nhìn chung các giải pháp đều có sự tương đồng và theo [4] [11] các yếu tố nhận biết sự tham gia được các nhà nghiên cứu xác định chia ra ba loại: (1) Hành vi, (2) nhận thức và (3) cảm xúc.

2.1.3 Phương pháp đánh giá sự tập trung

Một số nghiên cứu về phát hiện sự tham gia đã được các nhà nghiên cứu công bố và được chia thành thành ba loại chính: tự động, bán tự động và thủ công [6].



Hình 2.1 Phân loại các phương pháp phát hiện sự tham gia [6]

2.2 Bài toán nhận dạng biểu cảm khuôn mặt

2.2.1 Biểu cảm khuôn mặt

2.2.1.1 Giới thiệu

Nghiên cứu của Ekman [12] chỉ ra rằng có sáu biểu cảm khuôn mặt nhất quán, tương ứng với sáu cảm xúc cơ bản là vui, buồn, giận dữ, ngạc nhiên, ghê tởm, và sợ hãi.

2.2.1.2 Đơn vị hành động trên khuôn mặt

Theo [12] có sáu mươi bốn đơn vị hành động được mã hóa các chuyển động trên khuôn mặt khi nét mặt tạo ra một cảm xúc cụ thể. Trong phụ lục 1 của Luận án mô tả đầy đủ danh sách các đơn vị cử động của FACS. Hình 2.2 minh họa một số đơn vị biểu hiện trên khuôn mặt.



AU1
Nhướn lông mày phần trong



AU2
Nhướn lông mày phần ngoài



AU5
Nhướn mi mắt phía trên



AU9
Nhấn mũi



Hình 2.2 Một số ví dụ về AU [13]

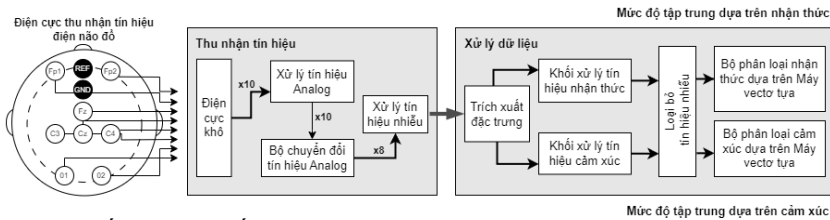
2.2.2 Nhận dạng biểu cảm khuôn mặt

Các thành phần trên khuôn mặt hoặc các điểm đặc trưng trên khuôn mặt được trích xuất để tạo thành một vector đặc trưng đại diện cho dạng hình học của khuôn mặt. Một trong những phương pháp thành công nhất dựa trên hình học là Mô hình ngoại quan tích cực (Active Appearance Model - AAM). Với các phương pháp dựa trên ngoại hình, các bộ lọc hình ảnh, chẳng hạn như Gabor wavelet, Mẫu nhị phân cục bộ (LBP) được áp dụng cho toàn bộ khuôn mặt hoặc các vùng cụ thể trong ảnh để trích xuất một vector đặc trưng.

2.2.3 Một số cách tiếp cận trong đánh giá sự tập trung của người học dựa vào biểu cảm khuôn mặt

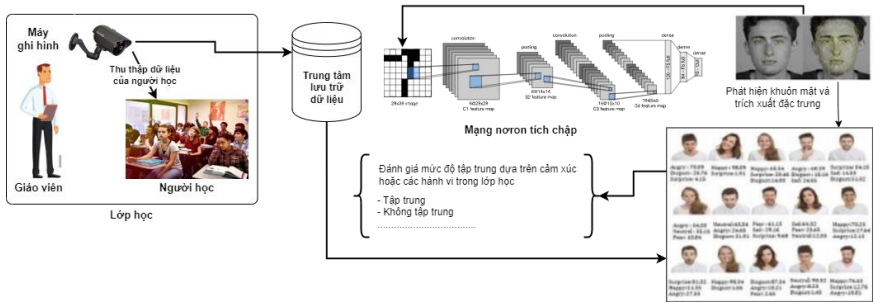
Trong lĩnh vực giáo dục, phân tích cảm xúc của người học đã thu hút được sự quan tâm lớn trong nhiều thập kỷ qua vì nó gắn liền với hiệu quả học tập và kết quả giáo dục. Việc đánh giá trạng thái tham gia của người học dựa trên cảm xúc của người học sẽ giúp ích rất nhiều cho giáo viên. Do đó, việc tự động nhận dạng trạng thái cảm xúc của người học trong quá trình học tập là điều đáng mong đợi. Phân tích nét mặt là một trong những phương pháp đánh giá tự động các trạng thái cảm xúc của người học trong hoạt động giáo dục một cách hiệu quả. Nhiều nhà khoa học đã đưa ra nhiều phương pháp để đánh giá sự tập trung của người học dựa trên cảm xúc, gồm có 2 hướng tiếp cận: xâm nhập và không xâm nhập.

Phương pháp xâm nhập: người học được gắn trực tiếp các thiết bị để đo các tín hiệu sinh lý như điện não đồ (EEG) [14]



Hình 2.3 Kiến trúc hệ thống đánh giá mức độ tham gia của người học dựa trên tín hiệu EEG [14]

Phương pháp không xâm nhập: sử dụng các kỹ thuật của thị giác máy tính để phân tích dữ liệu học tập. Một số công trình tiêu biểu được đề xuất như [15] [16] [11].



Hình 2.4 Kiến trúc hệ thống đánh giá mức độ tham gia dựa trên thị giác máy tính [17]

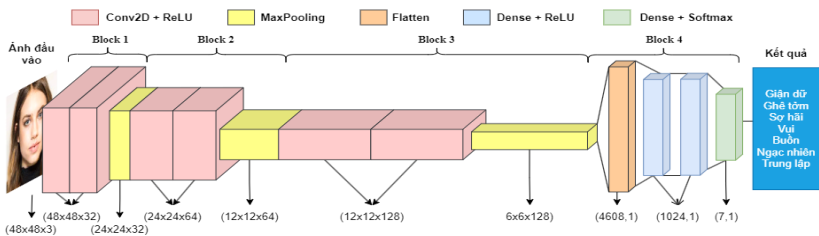
CHƯƠNG 3

NHẬN DẠNG BIỂU CẢM THÀNH PHẦN KHUÔN MẶT

3.1 Đánh giá sự tập trung dựa trên biểu hiện trên khuôn mặt

3.1.1 Kiến trúc mô hình

Kiến trúc của hệ thống dựa mô hình VGGNet [18] được mô tả như sau



Hình 3.1 Kiến trúc mô hình nhận dạng biểu hiện trên khuôn mặt

3.1.2 Đánh giá thực nghiệm

3.1.2.1 Cơ sở dữ liệu thực nghiệm

Tập dữ liệu FER-2013 [19] được giới thiệu tại hội nghị quốc tế về học máy (ICML) vào năm 2013 và là tập dữ liệu chuẩn được dùng trong cuộc thi về thách thức nhận dạng biểu cảm trên khuôn mặt. Trong tập dữ liệu này có

hơn 35.000 ảnh. Trong đó: Tập dữ liệu dùng để huấn luyện là 28.709 ảnh và dùng cho việc kiểm tra là 7.178 ảnh, cho 7 loại biểu cảm khác nhau trên khuôn mặt người.

3.1.2.2 Phương pháp đánh giá và kết quả thực nghiệm

Bảng 3.1 Kết quả chạy thử nghiệm trên tập dữ liệu của FER-2013

	Precision	Recall	F1-score
Tức giận	0.56	0.58	0.57
Ghê tởm	0.67	0.56	0.61
Sợ hãi	0.52	0.39	0.44
Vui	0.84	0.87	0.85
Buồn	0.51	0.57	0.54
Ngạc nhiên	0.78	0.78	0.78
Trung lập	0.61	0.62	0.62

3.1.3 Phân loại tập trung

a) Chỉ số tập trung – Concentration Index (CI)

Sự tham gia của người học có thể được đo lường bằng cách phân tích trạng thái tình cảm của người học (như tâm trạng và cảm xúc) dựa trên các biểu hiện trên khuôn mặt để ước tính mức độ tham gia tổng thể của người học. Chỉ số đo lường mức độ tập trung được thể hiện như công thức sau:

$$CI = DEP * EW \quad (3.1)$$

Trong đó:

DEP (Dominant Emotions Probability): Xác suất cảm xúc chi phối, là giá trị thể hiện cảm xúc trên khuôn mặt được dự đoán từ mô hình nhận dạng.

EW (Emotion Weight): Trọng số cảm xúc, là giá trị mô tả mức độ trạng thái cảm xúc cụ thể phản ánh mức độ tập trung của người học tại thời điểm nhất định. Giá trị này nằm trong khoảng từ 0 đến 1, được trình bày bởi [20] [21].

Bảng 3.2 Cảm xúc và trọng số tương ứng [20] [21]

STT	Cảm xúc	Trọng số (EW)	CI
1	Trung lập	0.9	$(DEP * 0.9) * 100$
2	Hạnh phúc, vui mừng	0.6	$(DEP * 0.6) * 100$
3	Ngạc nhiên	0.6	$(DEP * 0.5) * 100$
4	Buồn	0.3	$(DEP * 0.3) * 100$

STT	Cảm xúc	Trọng số (EW)	CI
5	Ghê tởm	0.2	$(DEP * 0.3) * 100$
6	Tức giận	0.25	$(DEP * 0.25) * 100$
7	Sợ hãi	0.3	$(DEP * 0.3) * 100$

b) Phân loại

Theo công trình [20] [21], sự tham gia của người học được chia thành 3 loại: Không tập trung, tập trung thấp, tập trung cao được định nghĩa là mức độ gắn kết cảm xúc của người học khi nghe giảng và được phân loại thành ba mức tương ứng với các cảm xúc cơ bản sau:

$$f(CI) = \begin{cases} \text{Không tập trung, } CI < 20\% \\ \text{Tập trung thấp, } CI \in [20\%, 50\%] \\ \text{Tập trung cao, } CI \in (50\%, 100\%] \end{cases}$$

3.2 Kỹ thuật phân rã biểu cảm thành phần cơ bản

3.2.1 Phương pháp thực hiện

3.2.1.1 Mô hình tổng hợp 3D

Các biến thể của mô hình 3D được thể hiện dưới dạng sau:

$$s = m + \sum_{i=0}^n \alpha_i * e_i \quad (3.3)$$

Trong đó:

- s là biến thể của mô hình được tổng hợp;
- m là model pattern, có thể hiểu là model cân bằng giữa các biến dạng;
- e_i là mô hình offset tương ứng với biến dạng i ;
- α_i là trọng lượng ứng với biến dạng i ;
- n là số loại biến dạng của mô hình.

3.2.1.2 Bài toán bình phương tối thiểu

Trong bài toán này, mục tiêu là ước lượng một tập hợp các mô hình cơ bản, nghĩa là tính toán m và e_i . Chúng ta cần tập dữ liệu đầu vào của các biến thể s và các giá trị trọng số α_i tương ứng với từng biến thể. Tập dữ liệu đầu vào được mô hình hóa theo công thức trên dưới dạng ma trận như sau:

$$S = M + AE \quad (3.4)$$

Trong đó:

- S là tập các mẫu đầu vào, S là ma trận $N \times L$.

- M là một ma trận $N \times L$
- A là trọng số biến dạng $N \times n$ của ma trận.
- E là một ma trận $n \times L$ là các mô hình bù.

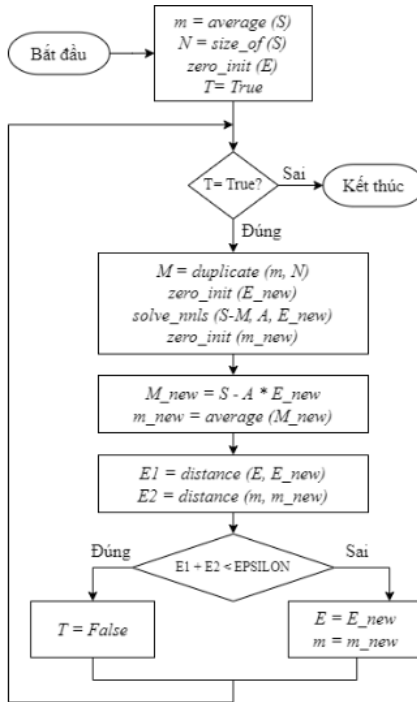
Nếu M là giả định, công thức (3.5) sẽ trả về:

$$S - M = AE \quad (3.5)$$

3.2.2 Thuật toán phân rã

Đầu vào : S, A

Đầu ra: m, E



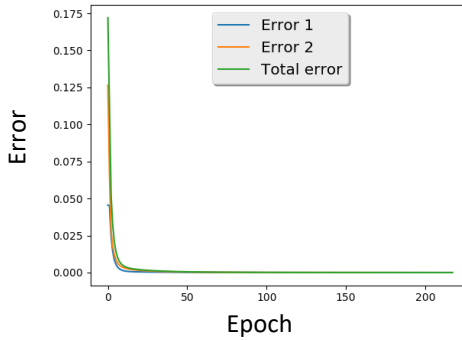
Hình 3.2 Lưu đồ giải thuật phân rã

3.2.3 Kết quả thực nghiệm

Để giảm ảnh hưởng của một yếu tố khác, thử nghiệm đã được tiến hành trên dữ liệu của một người cụ thể. Như vậy, trong phép thử, đầu vào là tập hợp các mô hình 3D của khuôn mặt với các trọng số tương ứng các mức độ của từng loại biểu cảm và đầu ra là mô hình khuôn mặt người và mẫu bù cho từng biểu cảm cụ thể.



Hình 3.3 Tổng hợp một số khuôn mặt ngẫu nhiên



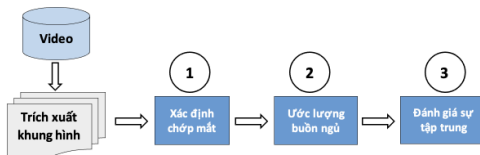
Hình 3.4 Tiến trình xử lý

Trong quá trình thử nghiệm, cả mô hình mẫu và mô hình bổ sung đều hội tụ và được hiển thị với sai số lệch tiệm cận bằng 0 sau hơn 200 vòng lặp. Các kết quả sau đó được áp dụng để tổng hợp ngẫu nhiên mô hình khuôn mặt. Tại bước tổng hợp, mỗi giá trị trong tập trọng số biểu thức được lấy ngẫu nhiên trong đoạn $[0, 1]$.

CHƯƠNG 4

NHẬN DẠNG BIỂU CẢM HÀNH VI KHUÔN MẶT

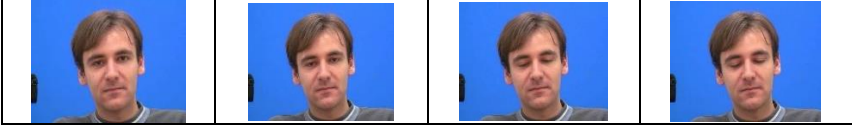
4.1 Đánh giá sự tập trung dựa trên trạng thái mắt



Hình 4.1 Sơ đồ luồng đánh giá sự tập trung

4.1.1 Cơ sở lý thuyết của kỹ thuật đánh giá

Mức độ buồn ngủ được ước lượng dựa trên các yếu tố khác nhau, chẳng hạn như tỷ lệ khung hình và thời lượng đóng của mắt. Ứng với mỗi mức độ sẽ có những biểu hiện, hành vi và thời lượng mắt đóng tương ứng. Ngoài ra yếu tố mắt đóng nhanh hay chậm cũng được quan tâm xem xét. Đối với người thức giấc/tỉnh táo thì mắt đóng và mở rất nhanh. Đối với người trong tình trạng buồn ngủ thì mắt có xu hướng đóng chậm [22].



Hình 4.2 Thời gian mắt mở đến khi mắt đóng hoàn toàn

Trong Hình 4.2 dựa trên dữ liệu Talking Face¹ với máy ảnh ghi hình là 24fps, trạng thái mắt đóng hoàn toàn xảy ra tại frame thứ tư. Do đó thời gian đóng mắt hoàn toàn là:

$$T_{eye_closed} = \frac{N_{frame} * 1000}{fps}$$

Trong đó:

- N_{frame} là số lượng khung hình mắt mở đến mắt đóng
- fps (frames per second) là số lượng khung hình trên mỗi giây

Nên theo (4.1) giá trị $T_{eye_closed} = (4 * 1000) / 24 \approx 170 \text{ ms}$

Trước khi thực hiện ước lượng mức độ buồn ngủ, bước tiền xử lý của kỹ thuật là loại bỏ những đoạn video có mắt đóng nhanh ($T_{eye_closed} \leq 170\text{ms}$) xem công thức (4.1) và thời lượng mắt đóng ngắn (duration < 1s), những đoạn này hành vi diễn ra nhanh không ảnh hưởng đến quá trình tham gia nên được xem xét là tập trung. Kỹ thuật chỉ quan tâm đến những đoạn video có mắt đóng chậm ($T_{eye_closed} > 170\text{ms}$) và thời lượng mắt đóng dài (duration $\geq 1\text{s}$) (xem Bảng 4.1)

Bảng 4.1 Sự tương quan giữa mức độ buồn ngủ và hành vi [22]

Trạng thái	Thời lượng
Thức giấc/Tỉnh táo (Không buồn ngủ)	<1s

¹ https://personalpages.manchester.ac.uk/staff/timothy.f.cootes/data/talking_face/talking_face.html

Hơi buồn ngủ	1-2s
Ngủ gật	2-3s hoặc lâu hơn
Bắt đầu giấc ngủ	$\geq 4s$

Dựa vào mức độ và hành vi ở Bảng 4.1, Luận án xây dựng luật xác định mức độ buồn ngủ như sau:

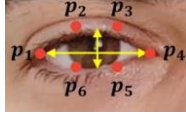
Bảng 4.2 Luật xác định mức độ buồn ngủ

Mức độ	Điều kiện
Thức giấc/Tỉnh táo	$EAR > 0.2$
Hơi buồn ngủ	$EAR < 0.2$ AND $Duration \in [1s, 2s)$
Ngủ gật	$EAR < 0.2$ AND $Duration \in [2s, 4s)$
Cực kỳ buồn ngủ	$EAR < 0.2$ AND $Duration \geq 4s$

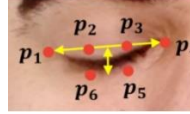
Trong đó, EAR [23] là mức độ đóng/mở của mắt được tính theo tỷ lệ giữa chiều cao và chiều rộng của mắt như sau:

$$EAR = \frac{\|p_2 - p_6\| + \|p_3 - p_5\|}{2\|p_1 - p_4\|} \quad (4.2)$$

Trong đó: $p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6$ là các tọa độ của mắt



(a)



(b)

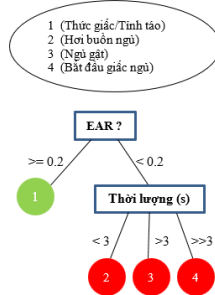
(a) Tỷ lệ khung hình của mắt khi mở; (b) Tỷ lệ khung hình của mắt khi đóng

Hình 4.3 Tọa độ và tỷ lệ khung hình của mắt

Sau khi tính toán được giá trị EAR, theo [23], để xác định mắt đóng hay mở, tác giả so sánh với một ngưỡng ($threshold = 0.2$) như sau:

$$f(EAR) = \begin{cases} \text{Mắt đóng,} & EAR < 0.2 \\ \text{Mắt mở,} & \text{Ngược lại} \end{cases} \quad (4.3)$$

Dựa vào Bảng 4.2, Luận án định nghĩa 4 lớp thể hiện mức độ buồn ngủ theo cấp độ từ 1 – 4 và hai thuộc tính cần xem xét là EAR và Duration (s). mô hình quyết định mức độ buồn ngủ như sau:



Hình 4.4 Mô hình ước lượng mức độ buồn ngủ

4.1.2 Đánh giá sự tập trung dựa vào mức độ buồn ngủ

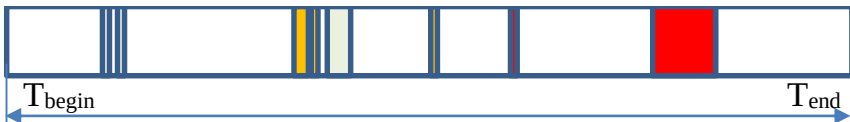
Dựa vào bảng Bảng 4.3 luận án xây dựng thang độ đánh giá sự tập trung cho hệ thống gồm 3 mức độ

Bảng 4.3 Mức độ tập trung

STT	Mức độ buồn ngủ	Mức độ tập trung
1	Thức giấc/Tỉnh táo	Tập trung cao
2	Hơi buồn ngủ	Tập trung thấp
3	Ngủ gật	Hoàn toàn mất tập trung
	Bắt đầu giấc ngủ	

Cách đánh giá được trình bày chi tiết như sau:

Giả sử quá trình tham gia học tập của người học được mô phỏng như Hình 4.5 gồm có nhiều trạng thái và xảy ra ở những thời điểm khác nhau



Hình 4.5 Mô phỏng trạng thái của quá trình học tập

Trong đó

- T_{begin} : Thời gian bắt đầu học
- T_{end} : Thời gian kết thúc học

	1 - Thức giấc/Tỉnh táo
	2 - Hơi buồn ngủ
	3 - Ngủ gật

4 – Bắt đầu giấc ngủ

Gọi t_1 là tổng thời gian của mức độ 1 và t_2, t_3, t_4 là tổng thời gian tương ứng cho các mức độ còn lại.

Gọi r_1, r_2, r_3, r_4 là các tỷ lệ tương ứng của các mức độ t_1, t_2, t_3, t_4

Tỷ lệ của các mức độ được xác định:

$$\begin{aligned} r_1 &= \frac{t_1}{T_{end} - T_{begin}} & r_2 &= \frac{t_2}{T_{end} - T_{begin}} \\ r_3 &= \frac{t_3}{T_{end} - T_{begin}} & r_4 &= \frac{t_4}{T_{end} - T_{begin}} \end{aligned} \quad (4.4)$$

Mức độ tập trung được xác định như sau:

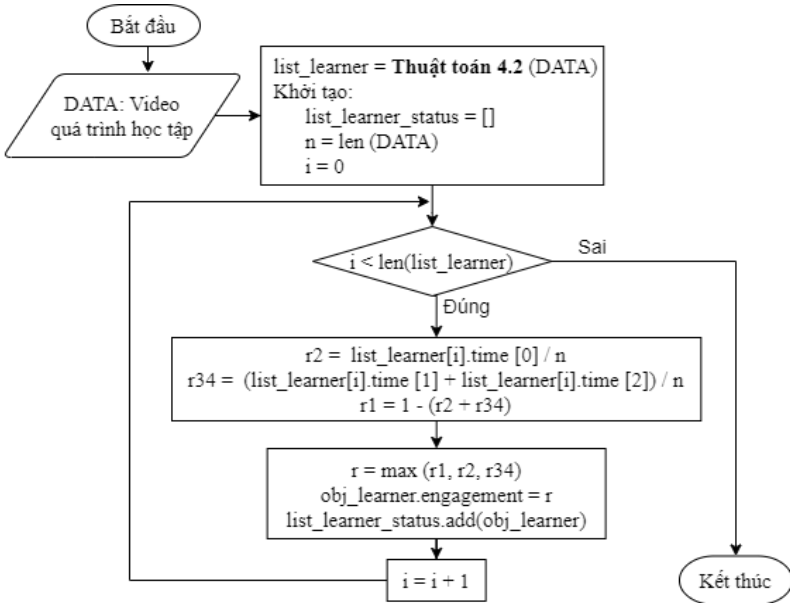
$$x = \text{MAX}(r_1, r_2, r_3 + r_4) = \begin{cases} \text{Tập trung cao, } x = r_1 \\ \text{Tập trung thấp, } x = r_2 \\ \text{Không tập trung, } x = r_3 + r_4 \end{cases} \quad (4.5)$$

4.1.3 Thuật toán đánh giá sự tập trung

a) **Thuật toán 4.1:** Đánh giá sự tập trung của người học

Đầu vào: Video quá trình tham gia học tập của người học

Đầu ra: Mức độ tập trung của những người học

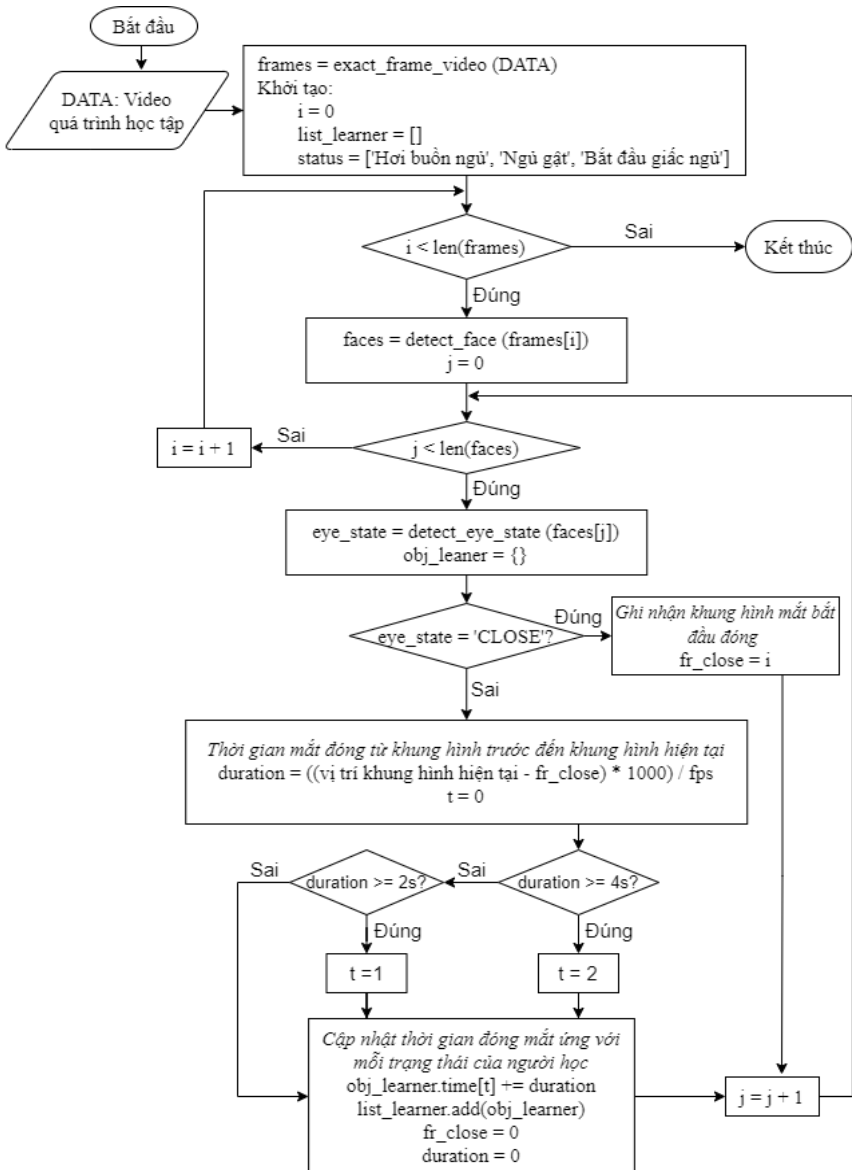


Hình 4.6 Lưu đồ đánh giá sự tập trung của người học

b) **Thuật toán 4.2:** Tính toán thời gian tham gia học tập của người học

Đầu vào: Video quá trình học tập

Đầu ra: Thời gian tham gia học tập của những người học ở từng mức độ

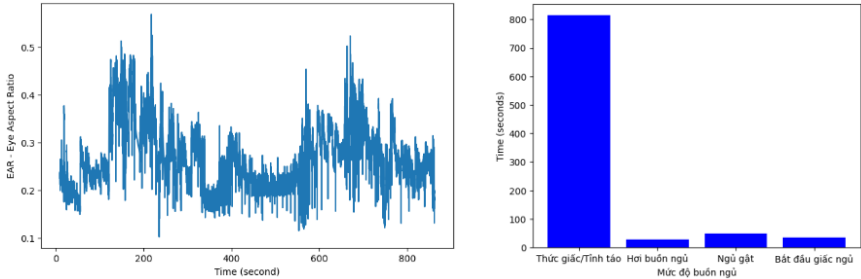


Hình 4.7 Lưu đồ tính toán thời gian tham gia học tập của người học

4.1.4 Thử nghiệm

Luận án thực nghiệm kiểm tra các mục tiêu đã đặt ra như: ước lượng mức độ buồn ngủ dựa trên hành vi đóng/mở mắt và cuối cùng là đánh giá sự tập trung dựa trên mức độ buồn ngủ. Video được ghi nhận tại hai lớp khác nhau trong giờ ra chơi ngành kỹ thuật tại trường Đại học Lạc Hồng, độ dài thử nghiệm của mỗi video là khoảng 10 - 15 phút.

Trường hợp 1



(a) trạng thái đóng/mở mắt (b) ước lượng mức độ buồn ngủ

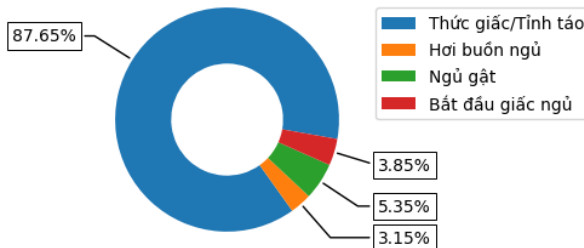
Hình 4.8 Kết quả ước lượng mức độ buồn ngủ của một sinh viên

Trong đó các chỉ số được hệ thống đo chi tiết từ Hình 4.8 như sau:

- Thức giấc/tỉnh táo: 813.99s chiếm 87.65%
- Hơi buồn ngủ: 29.22s chiếm 3.15%
- Ngủ gật: 49.65s chiếm 5.35%
- Cực kỳ buồn ngủ: 35.78s chiếm 3.85%

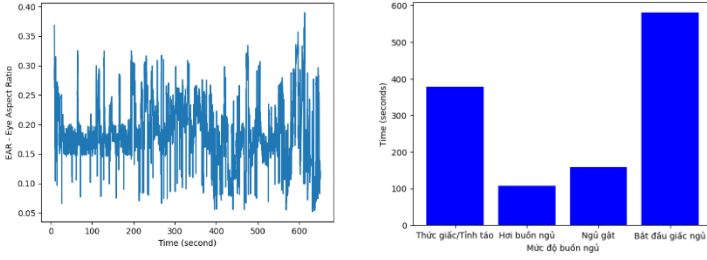
Giá trị cao nhất của các mức độ là 87.65% nên dựa vào Bảng 4.3 hệ thống kết luận đối tượng tập trung cao trong giờ học xem Hình 4.9

Đánh giá: Tập trung cao

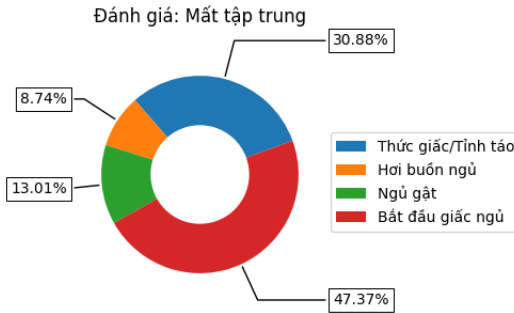


Hình 4.9 Kết quả đánh giá sự tập trung của một sinh viên

Trường hợp 2



(a) Trạng thái đóng/mở mắt (b) Ước lượng mức độ buồn ngủ



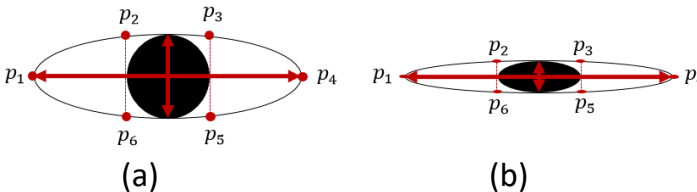
(c) Đánh giá sự tập trung dựa trên mức độ buồn ngủ

Hình 4.10 Minh họa kết quả đánh giá sự tập trung của một sinh viên

4.2 Kỹ thuật phát hiện trạng thái đóng/mở mắt

4.2.1 Cơ sở lý thuyết của phương pháp cần cải tiến

Để tính toán tỷ lệ khung hình của mắt, theo Hình 4.11, mắt của người được biểu thị bằng một tập hợp 6 điểm, bắt đầu bằng góc trái của mắt và được đánh dấu theo chiều kim đồng hồ. Mỗi điểm đại diện cho 1 tọa độ trong không gian 2D với $p_1(x_1, y_1)$ và tương ứng cho các điểm còn lại từ p_2 đến p_6 .



(a) Tỷ lệ khung hình của mắt mở; (b) Tỷ lệ khung hình của mắt khi đóng
Hình 4.11 Tọa độ và tỷ lệ khung hình của mắt

Chiều rộng của mắt là khoảng cách giữa điểm p_1 và p_4 được xác định như công thức (4.6) theo Euclid.

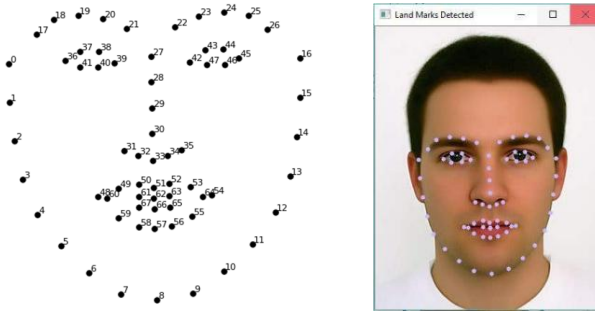
$$D(p_1, p_4) = \sqrt{(p_1.x_1 - p_4.x_4)^2 + (p_1.y_1 - p_4.y_4)^2} \quad (4.6)$$

Chiều cao của mắt là khoảng cách giữa các cặp điểm (p_2, p_6) và (p_3, p_5) được xác định theo Euclid tương tự công thức (4.6). Công thức tỷ lệ khung hình của mắt (ký hiệu: EAR - Eye Aspect Ratio) được xác định như sau:

$$EAR = \frac{D(p_2, p_6) + D(p_3, p_5)}{2 * D(p_1, p_4)} \quad (4.7)$$

Với: $p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6$ đại diện cho các tọa độ tương ứng trên mắt

- Với mắt trái bao gồm các tọa độ từ p_{36} đến p_{41} , mắt phải bao gồm các tọa độ từ p_{42} đến p_{47} tính theo chiều kim đồng hồ (xem Hình 4.12)



Hình 4.12 68 điểm đặc trưng trên khuôn mặt

Kỹ thuật này vẫn còn hạn chế là phải so sánh với một ngưỡng cố định. Vấn đề này không khái quát được hết tất cả đối tượng, nên khi so sánh với ngưỡng cố định dẫn đến thiếu chính xác trong vài trường hợp khi phát hiện. Do đó, Luận án đề xuất một cải tiến cho phương pháp này là xác định ngưỡng tự động tùy vào đặc trưng mắt của mỗi đối tượng.

4.2.2 Cải tiến kỹ thuật phát hiện trạng thái đóng/mở mắt dựa vào biến thiên tỷ lệ khung hình

Do kích thước của đôi mắt không giống nhau giữa người này với người kia, vì vậy một người có đôi mắt to và một người có đôi mắt nhỏ thì sẽ không có cùng chiều cao và các giá trị tọa độ. Điều này dẫn đến sự thiếu chính xác

trong việc xác định hành vi đóng/mở mắt khi so sánh giá trị EAR với ngưỡng cố định (EAR nằm trong ngưỡng nào đó thì mắt sẽ mở hoặc đóng). Để cải tiến điều này, luận án đưa ra giải pháp xác định hành vi đóng/mở mắt linh động dựa trên độ biến thiên của khung hình chứa mắt ứng với mỗi cá nhân như sau:

Khung hình chứa mắt ở trạng thái bình thường

$$EAR_{MAX} = \frac{D(p_2, p_6)_{max} + D(p_3, p_5)_{max}}{2 * D(p_1, p_4)} \quad (4.8)$$

Khung hình chứa mắt hiện hành

$$EAR_{CURRENT} = \frac{D(p_2, p_6)_{current} + D(p_3, p_5)_{current}}{2 * D(p_1, p_4)} \quad (4.9)$$

Giả sử hành vi đóng/mở mắt đối với người là xảy ra đồng thời ở cả hai mắt, nên tỷ lệ khung hình chứa mắt ở trạng thái bình thường và trạng thái hiện hành được xác định lần lượt như sau:

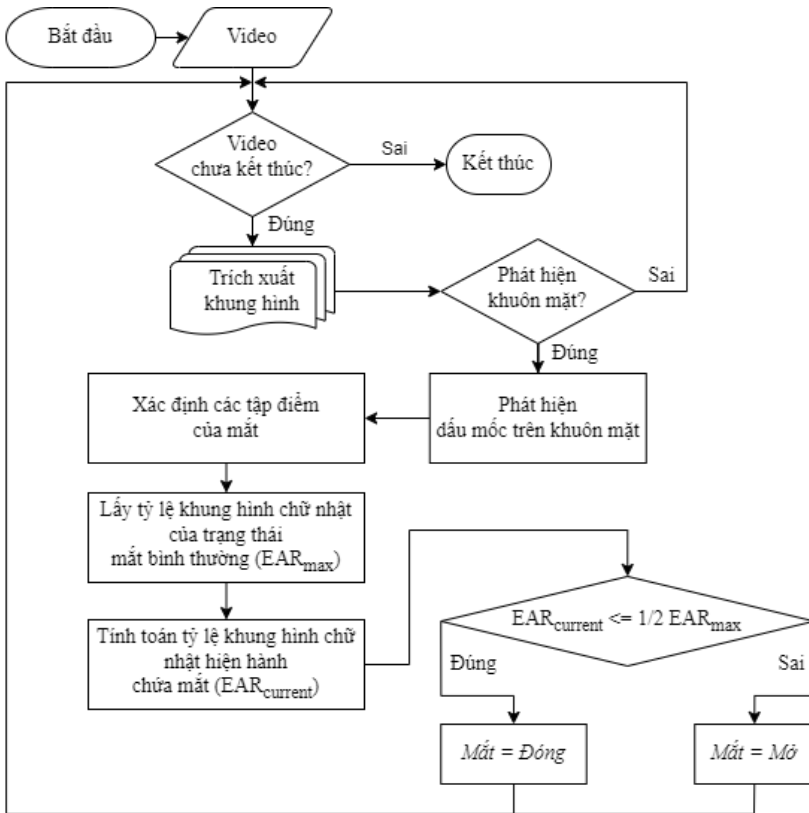
$$\begin{aligned} \overline{EAR}_{MAX} &= \frac{EAR_{MAX_L} + EAR_{MAX_R}}{2} \\ \overline{EAR}_{CURRENT} &= \frac{EAR_{CURRENT_L} + EAR_{CURRENT_R}}{2} \end{aligned} \quad (4.10)$$

Trong đó: EAR_{MAX_L} là tỷ lệ khung hình bình thường của mắt trái
 EAR_{MAX_R} là tỷ lệ khung hình bình thường của mắt phải
 $EAR_{CURRENT_L}$ là tỷ lệ khung hình hiện hành của mắt trái
 $EAR_{CURRENT_R}$ là tỷ lệ khung hình hiện hành của mắt phải

Cuối cùng, để ra quyết định mắt đóng hay mở, kỹ thuật so sánh giá trị $\overline{EAR}_{MAX}$ với giá trị $\overline{EAR}_{CURRENT}$ như sau

$$x = \overline{EAR}_{CURRENT} - \frac{\overline{EAR}_{MAX}}{2} = \begin{cases} \text{EYE CLOSE, } x < 0 \\ \text{EYE OPEN, } x \geq 0 \end{cases} \quad (4.11)$$

4.2.2.1 Lưu đồ giải thuật của Blink detection+



Hình 4.13 Lưu đồ giải thuật

4.2.2.2 Đánh giá thử nghiệm

Phương pháp Blink detection+ so với phương pháp [23], [24] và [25] dựa trên bốn tập dữ liệu: **Talking Face**, **Eyeblink8**, **HUST-LEBW** và **ZJU**

Bảng 4.4 Kết quả thực nghiệm

Dataset	SA	EC	TP	FP	FN	Pre	Recall	F1-Score
Talking face	1	61	58	3	4	0.9508	0.9355	0.9430
Eyeblink8	1	38	35	3	2	0.9211	0.9459	0.9330
	2	88	86	2	2	0.9773	0.9773	0.9770
	3	65	63	2	1	0.9692	0.9844	0.9770
	4	31	30	1	2	0.9677	0.9375	0.9520

Dataset	SA	EC	TP	FP	FN	Pre	Recall	F1-Score
	5	30	28	2	2	0.9333	0.9333	0.9330
	6	41	39	2	1	0.9512	0.9750	0.9630
	7	72	70	2	3	0.9722	0.9589	0.9660
	8	43	40	3	2	0.9302	0.9524	0.9410
						0.9528	0.9581	0.9550
HUST_LEBW	673	381	305	76	212	0.8005	0.5899	0.6790
ZJU	80	264	253	11	15	0.9583	0.9440	0.9510

Trong đó: **SA**: Mẫu, **EC**: Số lượng mắt đóng, **Pre**: Precision

Biểu đồ cho thấy, Blink detection+ thực hiện hiệu quả trên tập dữ liệu Talking face, Eyeblink8, ZJU và kém hiệu quả trên tập dữ liệu HUST_LEBW. Do tập dữ liệu này chứa nhiều thách thức trong môi trường tự nhiên như đeo kính râm, hình ảnh nghiêng, v.v.

Bảng 4.5 Kết quả so sánh với các giải pháp

Giải pháp	Tập dữ liệu	Precision	Recall	F1-Score
[23]	Talking face	-	-	
Blink detection+	Talking face	0.9508	0.9355	0.9430
[23]	Eyeblink8	0.9430	0.9602	0.9520
Blink detection+	Eyeblink8	0.9528	0.9581	0.9550
[24]	HUST_LEBW	0.8295	0.4927	0.6180
Blink detection+	HUST_LEBW	0.8005	0.5899	0.6790
[25]	ZJU	0.9558	0.9367	0.9460
Blink detection+	ZJU	0.9583	0.9440	0.9510

Thông qua thực nghiệm phương pháp đề xuất thực hiện có độ chính xác cao hơn so với các phương pháp đề xuất trước đó. Phương pháp cho thấy rằng dựa trên dấu mốc đủ để ước tính chính xác mức độ đóng/mở của mắt. Tuy nhiên phương pháp này vẫn còn tồn tại khuyết điểm và thực hiện kém hiệu quả trong tình huống khi mà đối tượng nghiêng đầu qua trái hoặc qua phải nhiều, điều này làm cho phương pháp không nhận dạng được hoàn toàn khuôn mặt nên đã bỏ qua một vài trường hợp khi phát hiện.

CHƯƠNG 5

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Luận án đã hoàn thành được mục tiêu nghiên cứu đã đề ra nhằm mục đích xây dựng một hệ thống hỗ trợ giáo viên phân tích và đánh giá sự tập trung của người học. Luận án tập trung vào hành vi và biểu cảm của người học để đánh giá. Hệ thống hoạt động như một trợ lý cho quá trình ra quyết định một cách tự động. Luận án đã hoàn thành việc xây dựng hệ thống, trực quan hóa dữ liệu và đã đạt được kết quả nghiên cứu như sau:

- (i) Đưa ra phương pháp đánh giá mức độ tham gia của người học dựa trên hành vi đóng/mở mắt. Quy trình đánh giá sự tập trung được xem xét và phân tích trên cả quá trình học tập của người học. Trước tiên, luận án đánh giá trên từng thời điểm riêng lẻ, sau đó tổng hợp lại và tính tỷ lệ của mỗi trạng thái so với cả quá trình (vì trong quá trình học tập, người học có nhiều mức độ tham gia ở những thời điểm khác nhau).
- (ii) Cải tiến kỹ thuật phát hiện trạng thái đóng/mở của mắt với ngưỡng được xác định linh động phù hợp cho mọi đối tượng. Do tính chất đặc trưng về mắt của mỗi người là khác nhau, dẫn đến độ cao và độ rộng của mắt ở mỗi người cũng khác nhau. Nên khi sử dụng một ngưỡng cố định để xác định sẽ không bao quát hết mọi trường hợp.
- (iii) Kỹ thuật phân rã biểu cảm thành phần cơ bản nhằm giải quyết vấn đề về khan hiếm dữ liệu huấn luyện. Do trong quá trình học, người học luôn luôn tiếp nhận những thông tin từ giáo viên, bạn bè, tác động từ môi trường v.v. Vì vậy, cảm xúc của người học ở mỗi thời điểm xảy ra khác nhau, có thể là hỗn hợp hoặc đơn lẻ nên cảm xúc cũng thể hiện những biến dạng tương ứng.

Hướng phát triển

Mặc dù luận án đã đề xuất kết quả nghiên cứu, tuy nhiên vẫn còn tiềm ẩn một số hạn chế. Do vấn đề giám sát hành vi của người học được đặt ra với nhiều yêu cầu khắt khe và chặt chẽ, việc đánh giá cần được xem xét và phân tích trong suốt quá trình học tập.

- (i) Hạn chế đầu tiên của luận án bao gồm việc thiếu theo dõi các thông tin hữu ích khác, chẳng hạn như hướng đầu, giờ tay phát biểu, ngáp... Nên kỹ thuật chưa bao quát được các tình huống trong học tập

- (ii) Thứ hai là không thể nhận dạng tất cả các điểm mốc trên khuôn mặt cho tất cả người học vì lý do bị che khuất một phần hoặc do họ xoay đầu hướng khác, không hướng về giáo viên, nên hệ thống không có đủ dữ liệu để phân tích trong những trường hợp như vậy, do đó dẫn đến thiếu chính xác trong kết quả.

Từ những nhược điểm trên, tác giả đề xuất ý tưởng kết hợp nhiều yếu tố mà không phải phụ thuộc vào một phương pháp cố định, từ đó có cơ sở để ra quyết định tốt hơn chẳng hạn kết hợp việc đóng mở mắt để phát hiện buồn ngủ, hướng đầu để phát hiện tư thế ngồi học và biểu hiện trên khuôn mặt để đánh giá. Vì mỗi phương pháp chạy đơn lẻ có khả năng bị giới hạn trong một số trường hợp khi phân tích dữ liệu.

Bên cạnh đó, dựa trên kết quả ban đầu đạt được từ công trình [CT2]. Trong tương lai, Luận án mong muốn xem xét thêm yếu tố quỹ đạo chuyển động của đầu dựa trên lời thoại nhằm đánh giá sự tương quan giữa cử động và nội dung. Điều này có thể giúp chúng ta hiểu rõ hơn về mối quan hệ giữa tâm trạng và hành vi học tập của người học. Qua đó, luận án cũng hướng đến việc mô phỏng chân thực về cách mà người học tham gia trong quá trình học tập. Bằng cách theo dõi và tái tạo lại các cử động. Nghiên cứu này cho thấy khả năng tiềm ẩn trong việc đo lường sự tập trung dựa trên các dấu hiệu về hình thái cơ thể. Điều này có thể cung cấp một cái nhìn sâu hơn về tình trạng tâm lý và tình hình của người học trong thời gian học tập.

Ngoài ra, Luận án này còn có hai điểm cần hoàn thiện như sau: (1) Do các phương pháp được các tác giả khác công bố không thử nghiệm trên dữ liệu chuẩn mà thử nghiệm trên các dữ liệu riêng rẽ được thu thập trong nghiên cứu của họ cho nên việc so sánh tính hiệu quả của các phương pháp được đề xuất trong Luận án này với những phương pháp khác gặp khó khăn; (2) quy mô và dữ liệu thử nghiệm còn “*khá khiêm tốn*” nên tính hiệu quả của phương pháp được đề xuất cần được xem xét thêm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Michael ER Nicholls, Kellie M Loveless, Nicole A Thomas, Tobias Loetscher, and Owen Churches, "Some participants may be better than others: Sustained attention and motivation are higher early in semester," *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, vol. 68, no. 1, pp. 10-18, 2015.
- [2] Grasha, A.F., 2nd (Ed.), "Teaching with Style: A Practical Guide to Enhancing Learning by Understanding Teaching and Learning Styles," *Alliance Publishers: San Barnadino, CA, USA*, p. 167–174, 2002.
- [3] Richardson, M.; Abraham, C, "Modeling antecedents of university students' study behavior and grade point average," *J. Appl. Soc. Psychol*, p. 626–637, 2013.
- [4] Bui Ngoc Anh, Ngo Tung Son, Phan Truong Lam, Le Phuong Chi, Nguyen Huu Tuan, Nguyen Cong Dat, Nguyen Huu Trung, Muhammad Umar Aftab, Tran Van Dinh, "A Computer-Vision Based Application for Student Behavior Monitoring in Classroom," *Applied sciences*, vol. 9, no. 22, 2019.
- [5] Zheng, R., Jiang, F., & Shen, R., "Intelligent student behavior analysis system for real classrooms.," *ICASSP 2020 - 2020 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, pp. 9244-9248. <https://doi.org/10.1109/ICASSP40776.2020.9053457>, 2020.
- [6] M. Ali Akber Dewan, Mahbub Murshed and Fuhua Lin, "Engagement detection in online learning: a review," *Springer Open*, vol. 6, no. 1, 2019.
- [7] Magdalena Cantabella, Raquel Martínez, España Belén, Ayuso Juan, Antonio Yáñez and Andrés Muñoz, "Analysis of student behavior in learning management systems through a Big Data framework," *Future Generation Computer Systems*, vol. 90, pp. 262-272, 2019.
- [8] Marko Horvat, Tomislav Jaguš, "Emerging opportunities for education in the time of COVID-19: Adaptive e- learning intelligent agent based on assessment of emotion and attention," *Proceedings of the Central European Conference on Information and Intelligent System*, 2020.
- [9] Jessie S. Barrot, Ian I. Llenares & Leo S. del Rosario , "Students' online learning challenges during the pandemic and how they cope with them: The case of the Philippines," *Education and Information Technologies*, 2021.

- [10] Shoroog Khenkar and Salma Kammoun Jarraya, "Engagement Detection Based on Analyzing Micro Body Gestures Using 3D CNN," *Computers, Materials & Continua*, vol. 70, pp. 2656-2677, 2022.
- [11] Pieter Vanneste, José Oramas, Thomas Verelst, Tinne Tuytelaars, Annelies Raes, Fien Depaepe and Wim Van den Noortgate, "Computer Vision and Human Behaviour, Emotion and Cognition Detection: A Use Case on Student Engagement," *MDPI Open Access*, 2021.
- [12] P. Ekman, W. Friesen, "Facial Action Coding System: A Technique for the Measurement of Facial Movement," *Consulting Psychologists Press*, 1978.
- [13] Lucey P., Cohn J.F., Kanade T., Saragih J., Ambadar Z., Matthews I., "The extended cohn-kanade dataset (ck+): A complete dataset for action unit and emotion-specified expression," *In Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition - Workshops, San Francisco, CA, USA*, p. 94–101, 2010.
- [14] Andrea Apicella, Pasquale Arpaia, Mirco Frosolone, Giovanni Improta, Nicola Moccaldi, Andrea Pollastro, "EEG-based Measurement System for Student Engagement Detection in Learning 4.0," *Research Square*, 2021.
- [15] Sharma , P., Joshi, S., Gautam, S., Filipe, V., & Reis, M . J., "Student engagement detection using emotion analysis, eye tracking and head movement with machine learning,," *CORR*, 190 9.12913. abs-1909-12913, p. <http://arxiv.org/abs/1909.12913>, 2019.
- [16] Soloviev, V., "Machine learning approach for student engagement automatic recognition from facial expressions,," *Scientific Publications of the State University of Novi Pazar Series A: Applied Mathematics, Informatics and mechanics*, vol. 10, no. 2, pp. 79-86. <http://doi.org/10.5937/spsunp1802079s>, 2018.
- [17] Archana Sharma, Vibhakar Mansotra, "Deep Learning based Student Emotion Recognition from Facial Expressions in Classrooms," *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, vol. 8, no. 6, pp. 4691-4699, 2019.
- [18] Chakradhar Pabba, Praveen Kumar, "An intelligent system for monitoring students' engagement in large classroom teaching through facial expression recognition," *Expert System Willey*, 2021.
- [19] Goodfellow, I.J., Erhan, D., Carrier, P.L., Courville, A., Mirza, M., Hamner, B., Cukierski,W., Tang, Y., Thaler, D., Lee, D.H., et al.,

- "Challenges in representation learning: A report on three machine learning contests. In: ICONIP.," *Springer*, p. 117–124, 2013.
- [20] P. Sharma, S. Joshi, S. Gautam, V. Filipe, and M. J. Reis, "Student engagement detection using emotion analysis, eye tracking and head movement with machine learning," *arXiv preprint arXiv:1909.12913*, 2019.
- [21] Bouhlal Meriem, Habib Benlahmar, Mohamed Amine Naji, Elfilali Sanaa, Kaiss Wijidane, "Determine the Level of Concentration of Students in Real Time from their Facial Expressions," (*IJACSA International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 13, no. 1, pp. 159-166, 2022.
- [22] Douglas M. Wiegand; Julie McClafferty; Shelby E. McDonald; Richard J. Hanowski, "Development and Evaluation of a Naturalistic Observer Rating of Drowsiness Protocol," 2009.
- [23] Soukupova, T. & Cech, J., "Real-Time Eye Blink Detection using Facial Landmarks," *21st Computer Vision Winter Workshop*, 2016.
- [24] Y. X. Z. C. L. M. Z. F. J. T. Z. a. J. Y. Guilei Hu, "Towards Real-Time Eyeblick Detection in the Wild: Dataset, Theory and Practices," *IEEE*, pp. 2194 - 2208, 2019.
- [25] Fogelton, A., and Benesova, W., "Eye Blink Detection Based on Motion Vectors Analysis," *Comput. Vision Image Understand*, 2016.